Ueber die

Wasserathmung der Limnaeiden.

Inauguraldissertation

von

August Pauly.

Von der Universität München gekrönte Preisschrift.

München.
Druck von Ernst Stahl.
1877.

Ueber die

Wasserathmung der Limnaeiden.

Inauguraldissertation

von

August Pauly.

Von der Universität München gekrönte Preisschrift.

München.
Druck von Ernst Stahl.
1877.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554608_0023

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn

Dr. Ludwig Graff,

Privatdocent der Zoologie an der Universität München,

hochachtungsvollst gewidmet

vom

Verfasser.

Vorwort.

Das Thema für die vorliegende Untersuchung und ihre zeitlichen Grenzen waren in folgender Preisaufgabe gegeben, welche von der philos. Facultät (II Sect.) der Universität München pro 1875/76 gestellt wurde:

> »Nachdem die Wahrnehmung gemacht worden ist, dass die mit Lungen athmenden Süsswasserschnecken ihre Luftathmung auf längere Zeit unbeschadet unterbrechen können und durch Wasserathmung ersetzen, so wird gewünscht, dass darüber Untersuchungen und Experimente angestellt werden, unter welchen Bedingungen und mit welcher Verbreitung bei unseren einheimischen Süsswassergasteropoden dieses Adaptirungsvermögen vorkommt.«

Der Wortlaut der Preisaufgabe ist nicht zu missverstehen und bedarf keiner besonderen Erörterung.

Die »Wahrnehmungen« gehören grösstentheils der neuesten Zeit an und sind in der gegenwärtigen zoologischen Literatur ziemlich populär geworden. Indess sah ich auch nicht allzufrühe Beobachtungen (Moquin-Tandon's 1852) von der folgenden Literatur fast vergessen und, um der älteren Zeit sicher zu sein, durchsuchte ich die einschlägigen Arbeiten bis auf Lister. Freilich nicht mit angemessenem Erfolg.

Wie jede wissenschaftliche Untersuchung ist auch diese nicht so gerade verlaufen, als es der Darstellung nach den Anschein hat.

Da uns die Erkenntnisse bei unseren Arbeiten nicht immer in der Reihenfolge zufliessen, wie es für die zu erlangende Einsicht am förderlichsten wäre, so werden wir zu manchen Umwegen getrieben, welche die wirthschaftlichste Verwendung einer abgesteckten Zeit beeinträchtigen und oft durch später sich ergebende Aufschlüsse überflüssig werden. Für die Mittheilung der gefundenen Ergebnisse ist aber die Darlegung solcher Umwege nutzlos. Desshalb habe ich im Folgenden die literarischen Einzelheiten, die Beobachtungen und Versuche auf das Nothwendigste beschränkt und so einfach als möglich zusammengestellt, um nicht diesen kleinsten Beitrag zum arbeitenden Ganzen für die Kenntnissnahme ungebührlich zu erweitern.

Ich bin Herrn Dr. Tappeiner Privatdocent an hies. Universität, welcher die Güte hatte, eine Gasanalyse für mich auszuführen, die im Verlaufe der Untersuchung nothwendig wurde, ferner Herrn Prof. Dr. Kollmann für die freundliche Mittheilung seiner Beobachtung über die Gefässverbreitung in der Haut der Pulmonaten und Herrn Dr. L. Graff für seine Mittheilung einer Beobachtung am Starnbergersee sehr verbunden und erlaube mir hiemit, den genannten Herren meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Der Verfasser.

Dass die Limnaeiden, wiewohl sie im Wasser leben, doch luftathmende Thiere sind, wurde frühzeitig erkannt. Schon Lister und Swammerdamm und nach ihnen viele Andere beobachteten die Luftathmung derselben. Sie beschrieben, wie die genannten Thiere von Zeit zu Zeit zur Oberfläche des Wassers aufsteigen, indem sie ihr specifisches Gewicht durch Erweiterung ihres lufthaltenden Lungensackes vermindern oder an festen Gegenständen in die Höhe kriechen, wie sie dann am Spiegel des Wassers sich auf den Rücken kehren, ihre Athemöffnung (Pneumostom) aufsperren und die bereits zum Athmen verwendete Luft ihrer Lungenhöhle gegen frische austauschen und das so geschickt, dass kein Tröpfchen Wasser in die Lungenhöhle tritt; wie sie ferner dabei oft längere Zeit an der Oberfläche des Wassers am Rücken schwimmen[1]) und in kurzen Zwischenräumen athmen und endlich sich wieder in die Tiefe begeben.

Diese Beobachtungen lassen sich an allen Gewässern, in denen sich Lungenschnecken befinden, unschwer anstellen, und das befestigte die Meinung, dass diess die ausschliessliche Athmungsweise der Süsswasserpulmonaten sei, obgleich sich daneben in der malakozoologischen Literatur mancherlei Angaben[2]) finden, welche darthun, dass die fraglichen

---

1) »Aquatiles vero cochleae, ope pedis, in summa aqua expansi quasi pendent« sagt Lister.

2) A. F. F. Karsch (»Die Entwicklungsgeschichte des Limnäus stagnalis, ovatus und palustris« Archiv f. Naturgeschichte XII. Jrg. I B. p. 236—66 mit Taf. IX Berlin 1846) sagt p. 238: »Wenn die Limnaeen sich begatten wollen, so suchen sie meist sehr seichte Stellen im Wasser oder die Oberfläche desselben wahrscheinlich, um der Luft stets nahe zu sein, die sie freilich eine ziemlich lange Zeit entbehren können, wie sie ja

Thiere bei dieser Athmungsweise doch oft lange unter Wasser ausdauern, so an kalten und trüben Tagen und vorzugsweise im Winter.

Die erste Andeutung einer Wasserathmung bei diesen sonst luftathmenden Thieren begegnete mir in einem ganz unbeachtet gebliebenen Citat Otto, Friedrich Müller's,[1]) welches lautet:

»Lister, quidem meminit Buccinum (= Limnaea) foramen ad dextrum rotundum et angustum sibi efficere solere, quo piscium more quodam reciproco aquam recipiat ac ejiciat.«[2]) Doch war

---

bei trüber, stürmischer und kalter Witterung Tage lang auf dem Grunde der Gräben und Teiche mit den Schalspitzen in den Wassergräben festgewickelt liegen bleiben.« — u. E. v. Martens »Ueber die Verbreitung der europäischen Land- und Süsswassergasteropoden« Inaug. Dissert. Tübingen 1855 bemerkt p. 14. »Die (Süsswasser-)Lungenschnecken scheinen sogar das Athmen der atmosphärischen Luft den ganzen Winter über entbehren zu können.« Vergl. F. H. Troschel »De Limnaeaceis s. de Gasteropodis pulmonatis etc.« Berolini 1834 p. 28.

1) S. dessen Vermium terr. et fluv. etc. succincta historia. Havniae et Lipsiae 1773 volumen alterum 1774 p. XVII.

2) Obgleich nun Müller Lister's Angabe durch seine Beobachtungen nicht bestätigen kann, indem er gleich hinzusetzt »Foramen dextrum millies inspexi, aquam intrare et ejici in Buccino nunquam vidi; Planorbes quidem et Neritae e laxo pallio siphonem seu tubulum, huic forte usui accommodatum quandoquidem formant nec tamen in his lusum aquae reciprocum percepi,« so wird er doch selbst dafür in Anspruch genommen, bei Limnaea auricularia die Fähigkeit unter Wasser auszudauern, beobachtet zu haben. Diese Beobachtung schreibt ihm R. T. Lowe zu in seinen »Remarks on the nature of the Respiratory Organs in certain littoral Mollusca of Madera« The zoolog. Journal Vol. V. p. 385 1835. Dort macht er nämlich nachdem er Müllers's Angaben über das amphibische Leben von Landschnecken kritisirt und als widersprechend und ungenau zurückgewiesen, l. c. p. 388 folgende Anmerkung: „Müller at p. 128 of the Hist. Verm. has an observation on his Buccinum auricula (Limnaea auricularia Auct. rec.) much is point tending, as par as it goes, to confirm, what I cannot help suspecting may prove to be the fact; namely that these fluviatile Pulmonifera will realy be found capable of supporting life when totally immersed. But still, like his other experiments, it is too deficient in detail and precision to establish the matter in question.« —

Eine solche Beobachtung würde als zu unserem Gegenstande gehörig hier oben anzuführen sein; allein die betreffende Stelle bei Müller handelt gar nicht von der Fähigkeit der Limnaea auric. unter Wasser auszudauern, sondern im Gegentheil von der ihr zugeschriebenen Eigenschaft, dasselbe zeitweise ganz zu verlassen und Lowe hat sie offenbar missverstanden. Müller sagt dort (pag. 128 d. genannten Werkes) von Buccinum auricula (=Limn. auric.):

»In actis Mogunt. et in exerc. anat. Bucc. Listeri p. 55 quidem dicitur, in terram victus quaerendi causa exspatiari ac in opere cl. Argenville p. 330, t. 27 inter fluviatilia numeratus mox p. 340, t. 28 nomine terrestris salutatur; mihi vero plures licet menses in vasculo aqua repleto servaverim nullus exire tentavit.«

Er spricht also nichts anderes aus, als dass Limn. auric. nach seinen Beobachtungen das Wasser nicht verlassen habe, wie sonst wohl beobachtet wurde.

ich nicht im Stande, diese Stelle in Lister's Werken selbst aufzufinden und so hatte sie nur den Werth einer literarischen Notiz für diese Arbeit.

Die fundamentale Beobachtungsreihe für die vorliegende Untersuchung beginnt erst mit Moquin-Tandon's Versuchen.[1])

Es war die zweifelhafte Athmungsweise der Gattung Ancylus welche Moquin-Tandon zu seinen Versuchen führte. Er wollte sich zunächst überzeugen, ob bei Ancylus neben der Lungenathmung nicht, auch vielleicht noch eine Kiemenathmung, die nach den Beobachtungen nicht ausgeschlossen schien, stattfinde und hielt zu diesem Zwecke in mehreren Versuchen eine Anzahl dieser Thiere längere Zeit unter Wasser, und, da sie dabei bis zu 13 Tagen am Leben blieben und sogar Eier absetzten, so schloss er daraus, dass sie im Stande seien, die Luft sowohl im elastischen Zustande als auch im Wasser absorbirt zum Athmen zu verwenden und betrachtete ihr Athmungsorgan als eine wahre Lungenkieme (un véritable organe pulmobranche).

Der Erfolg dieser Experimente brachte ihn auf den Gedanken, das Gleiche bei den eigentlichen[2]) Limnaeiden zu versuchen.

Ein Planorbis rotundatus (= Planorbis leucostoma Millet.) und eine Limnaea glabra (= Limneus elongatus Drap.), welche er von der Luft absperrte blieben während der ganzen Dauer des Versuches am Leben, der Erstere 18 Tage die Letztere 19 Tage und nur durch einen Unfall (Umstossen des Glases) wurde das Experiment nicht weiter fortgeführt.[3]) Zugleich berichtet er auch, dass de Saint-Simon[4]) eine Physa 4 Tage und einen Planorbis contortus 12 Tage unter Wasser lebend erhalten habe.

---

1) S. dessen »Recherches anatomico-physiologique sur l'Ancyle fluviatile« Journ. de Conchyl. tom. III Paris 1852 p. 125 und seine »Histoire nat. des Mollusque terrestres et fluviatiles de France« Paris 1855 tom. I p. 81.

2) Man stellte damals Ancylus noch nicht zu den Limnaeiden

3) Zu den Versuchen mit Ancylus bediente sich Moquin Tandon eines conischen Glases, welches er mit Wasser füllte und unter dem Niveau desselben durch eine Glaslinse abschloss, deren Rand eingekerbt war, wodurch die Communication der oberen Wasserschichten mit den unteren ermöglicht wurde. Den kleinen Apparat versah er mit Pflanzen zur Nahrung für die Thiere und um das Wasser frisch zu erhalten. Bezüglich der Versuche mit Planorbis und Limnaea gibt er nichts Näheres an.

4) Von anderen Autoren, welche Moquin-Tandon citirt wird später die Rede sein.

Diese Thatsachen genügten Moquin-Tandon, die Limnaeiden für amphibische Mollusken zu erklären d. h. er nahm ohne jede weitere Untersuchung an, dass sie durch blosses Abschliessen von der Luft dahin gebracht werden könnten, ihre Lunge als Kieme fungiren zu lassen, nämlich Wasser statt Luft in die Lungenhöhle aufzunehmen, indem er voraussetzte, dass diess bei seinen Versuchen geschehen sei und auch in der Natur eintrete, wenn durch irgend eine Ursache die Thiere am Grunde des Wassers zurückgehalten würden. — Somit schrieb er ihnen gleichfalls eine Lungenkieme zu wie dem Ancylus und verwerthete dieses Merkmal, für welches er anatomische Stützpunkte[1]) beizubringen suchte, auch systematisch.[2])

Doch wurden seine Versuche wenig beachtet und blieben vereinzelt.[3])

Man blieb der Meinung, dass die Limnaeiden nur in seichten Gewässern leben könnten, wo der Verkehr mit der Luft ein ungehinderter ist.

Es erregte daher einiges Aufsehen, als F. A. Forel bei seinen Untersuchungen der Tiefenfauna verschiedener schweizer Seen auch Lungenschnecken aus so bedeutenden Tiefen lebend heraufbeförderte, dass an eine Communication derselben mit der Atmosphäre nicht mehr gedacht werden konnte.

Er fand[4]) im Genfer- und Bodensee in Tiefen von 250 Meter und darüber zwei Limnaeenspecies: Limnaea stagnalis und abyssicola Brot. Die Lungenhöhle derselben war leer von Luft und mit Wasser gefüllt, wovon er sich durch Oeffnen derselben unter Wasser überzeugte, und er sprach demnach aus, dass sich die Lunge dieser Thiere in eine Kieme verwandelt habe.

---

1) »Histoir. nat. des Mollusques terr et fluv.« tom. I p. 74 und 81.

2) Ebenda tom. II p. 5 und p. 420.

3) Milne-Edwards erwähnt sie in seinen »Leçons sur la Physiologie etc«. Paris 1857 tom. II. p. 88 Anm. 2. Keferstein in Bronn's „Classen und Ordnungen der Weichthiere" Leipzig und Heidelberg 1862—66 führt zwar Moquin-Tandon's Werk in seinem Literaturverzeichniss auf, übergeht aber die oben erwähnten Beobachtungen desselben vollständig.

4) S. F. A. Forel »Introduction à l'étude de la faune profonde du lac Léman« Bulletin de la soc. vaudoise des sc. nat. tom. X n° 62 p. 217 Lausanne 1869 und dessen »Matériaux pour servir à l'étude de la Faune profonde du lac Léman» ebenda tom. XIII n° 72 Lausanne 1874 Bull. 53.

Dass diese Lungenschnecken (zumal Limnaea abyssicola) nicht zufällig in solche Tiefen gerathen sind, sondern normal dort leben, dafür spricht die Häufigkeit und Regelmässigkeit des Vorkommens (in einem Liter Schlamm wurden durchschnittlich 2—3 Exemplare gefunden) sowie auch das Vorkommen von ganz jungen Limnaeen und von Eiern, welche auch zur Entwicklung gebracht werden konnten.

Merkwürdig erschien Forel die Leichtigkeit, mit der diese aus so grosser Tiefe stammenden Thiere zur gewöhnlichen Luftathmung zurückkehrten, so bald sie mit der Atmosphäre in Berührung gebracht wurden. Sie schienen nicht unter der bedeutenden Veränderung ihrer Athmungsweise zu leiden und konnten monatelang im Aquarium erhalten werden.

Diese Beobachtungen Forel's veranlassten von Siebold,[1]) eine Anzahl ähnlicher zu publiciren, welche er schon längere Zeit vor den Forel'schen Arbeiten gelegentlich angestellt hatte und die darum eine grössere Wichtigkeit für die vorliegende Untersuchung erlangten, weil sie Fälle enthalten, in welchen die anomale Erscheinung in der Athmungsweise der Süsswasserpulmonaten durch Beobachtung und Experiment in hinreichendem Masse verfolgt werden kann.

Schon im Jahre 1857[2]) hatte von Siebold bei seinen Untersuchungen über Coregonus acronius im Bodensee das Vorkommen von Lungenschnecken in grosser Tiefe beobachtet, indem beim Fischen mit dem Grundnetze aus Tiefen von etwa 70 Meter viele Exemplare der Species Limnaea auricularia mitheraufgebracht wurden, während ringsum an der Wasseroberfläche kein solches Thier athemholend zu erblicken war.

Viel merkwürdiger aber als dieses Vorkommen von Lungenschnecken in grossen Seetiefen war das »Verhalten derselben in gewissen seichten Gewässern, wo nach den Beobachtungen von Siebold's die nämlichen Thiere, welche sonst in Teichen und Sümpfen so häufig an der Ober-

1) C. Th. von Siebold. »Ueber das Anpassungsvermögen der mit Lungen athmenden Süsswassermolluscen« Sitzungsber. d. math. phys. Classe der K. B. Acad. der W. zu München v. 6. Febr. 1875 Heft 1 p. 39.

2) Derselbe. »Ueber den Kilch des Bodensee (Coregonus acronius)« Zeitschr. f. w. Zool. B. IX 1858 p. 295.

fläche athmend wahrzunehmen sind, beständig unter Wasser verweilten und allen Verkehr mit der Atmosphäre aufgegeben hatten.

In vier Localitäten beobachtete von Siebold diese Erscheinung.

Einmal im Jahre 1859 in dem zwischen Reit in Winkel und Ruhpolding gelegenen kleinen und sehr seichten Ferchensee.

In dem klaren Wasser dieses See's leben zahlreiche Exemplare der Species Limnaea auricularia. Trotz absichtlich längeren Aufenthaltes an diesem See und der grössten Aufmerksamkeit und Beharrlichkeit war von Siebold nicht im Stande, »auch nur eine einzige dieser zahlreichen Lungenschnecken sich an die Oberfläche begeben zu sehen, um hier Athem zu holen.«

Dann nahm er die gleiche Erscheinung wahr in dem Aquäduct einer Sägemühle unfern Reit in Winkel, in welchem sich viele Limnaeen (wahrscheinlich L. mucronata Held) befanden, welche gleichfalls nie an die Luft kamen.

Einen dritten Fall beobachtete er 1874 am Ausflusse des Königssee's wo es drei Arten: Limnaea mucronata Held, Planorbis carinatus Müll. und Planorbis laevis Held waren, welche sich in Bezug auf ihre Athmung so eigenthümlich verhielten. Es hielten sich auch diese Pulmonaten fortwährend am Grunde des Wassers auf, ohne je von der Oberfläche Luft zu holen, obgleich dasselbe an dieser Stelle ganz seicht war.

Viertens endlich konnte von Siebold das gleiche Verhalten bei Lungenschnecken unter künstlichen Verhältnissen beobachten.

Bei der landwirthschaftlichen Ausstellung 1874 im Glaspallaste zu München bemerkte er in einem Aquarium, in welchem Fische ausgestellt waren, mehrere Limnaea stagnalis und es fiel ihm auf, dass dieselben sich nie zum Athmen an die Wasseroberfläche begaben, so lange er auch vor dem Aquarium verweilte und so oft er auch innerhalb einiger Tage sein Augenmerk auf dasselbe lenkte. Doch besass das Aquarium eine Einrichtung, welche dieses Verhalten der Lungenschnecken erklärlich machte. Der Zufluss desselben erfolgte nämlich von oben in einem sehr starken Wasserstrahl, welcher viel Luft mit

mit sich riss, so dass dem Wasser des Aquariums fortwährend eine grosse Menge derselben beigemengt wurde.

Von Siebold sprach auch die Vermuthung aus, dass dieser Luftreichthum des Wassers in diesem wie in den drei vorangehenden Fällen, wo er ebenfalls einen grossen Luftreichthum der Gewässer der betreffenden Oertlichkeiten hatte constatiren können, die Veranlassung gebildet haben möchte zu der Veränderung der Luftathmung der Pulmonaten in Wasserathmung.

Den Angaben von Siebold's und Forel's über Tiefseepulmonaten kann ich einen in der jüngsten Zeit beobachteten Fall anreihen, den ich einer mündlichen Mittheilung des Herrn Dr. L. Graff Privatdocent der Zoologie an hiesiger Universität verdanke.

Herr Dr. Graff theilte mir nämlich mit, dass er bei Tiefseefischungen, die er im Starnbergersee anstellte unter den erbeuteten Thieren häufig auch Limnaeen bemerkt habe, und die Tiefen aus denen dieselben stammten, waren so gross,[1]) dass von einem Auftauchen derselben zum Zwecke der Athmung nicht die Rede sein konnte.

Die nähere Untersuchung und Erklärung dieser Erscheinung in der Athmung der Süsswasserpulmonaten, welche eben nach den Beobachtungen Moquin-Tandon's, Forel's, von Siebold's und Graff's dargelegt wurde, bildet nun den Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Das Gemeinsame in den aufgezählten Beobachtungen liegt in dem Aufgeben der gewöhnlichen Luftathmung und dem beständigen Verweilen der Limnaeen unter Wasser, die Verschiedenheit dagegen in den äusseren Umständen, unter denen diess geschieht und in letzterer Beziehung sind drei Gruppen von Fällen zu unterscheiden.

In der einen bildet die ausserordentliche Höhe der über den Thieren lagernden Wasserschichte das Kriterium ihrer veränderten Athmungsweise (Bodensee, Genfersee, Starnbergersee),

---

1) Es wird hiedurch zugleich eine Behauptung S. Clessin's widerlegt, welche lautet: »Lebende Mollusken sind überhaupt nur an den seichten Stellen der Ufer (des Starnbergersees) zu finden, an tieferen Stellen, die etwa 8′ überschreiten halten sich selbst keine Bivalven mehr auf.« S. dessen Aufsatz: »Die Molluskenfauna des Starnbergersees« Malakozoologische Blätter B XIX, 1872 p. 110.

in der zweiten kommen sie trotz der Seichtigkeit des Wassers nicht an die Oberfläche, um Luft zu schöpfen. (Ferchensee, Königssee, Aquäduct bei Reit in Winkel, Aquarium der landwirthschaftlichen Ausstellung),

in der dritten endlich sehen wir sie durch Vorrichtungen absichtlich von der atmosphärischen Luft abgehalten dennoch geraume Zeit ihr Leben erhalten (Moquin-Tandon's und Saint-Simon's Versuche).

Von vorneherein lässt sich nicht aussagen, ob in allen drei Gruppen die gleiche Veränderung in der Athmungsweise der fraglichen Thiere stattgefunden hat oder nicht und ob demnach die inneren oder äusseren Bedingungen, welche dieselbe ermöglichten oder veranlassten in allen Fällen die gleichen sind. Es wird daher ein Schluss aus den Beobachtungsresultaten der einen Gruppe auf das Verhalten in den andern nicht ohne Weiteres zulässig sein, das heisst es liegen für die Untersuchung drei abgesondert zu behandelnde Gruppen vor, innerhalb deren allein eine Induction gestattet werden kann.

Ferchensee.

Wenn es sich nun darum handelt, aus der eben vorgeführten Beobachtungsreihe einen Fall herauszugreifen, von dem die Untersuchung anzuheben hat, so wird sich die Wahl unter den in der freien Natur auftretenden Fällen vor Allem auf jene richten, in welchen die Erscheinung der directen Beobachtung und dem Versuche am ehesten zugänglich ist; das sind diejenigen der zweiten Gruppe. Es haben dieselben noch das besondere Interesse an sich, dass hier die Aenderung in der Athmungsweise der betreffenden Süsswasserpulmonaten nicht eine conditio sine qua non ist ihres Lebens in diesen Gewässern, wie bei den Tiefseepulmonaten, wir also schon a priori auf eine äussere Ursache schliessen können, welche dieselbe veranlasste.

Besonders geeignet für anzustellende Beobachtungen erwies sich der Ferchensee; doch bevor ich hierauf näher eingehe, will ich noch Etwas vorausschicken. Bei einer Aufgabe, wie die unsere, welche sich mit anomalen Verhältnissen beschäftigt, ist es vor Allem nöthig, sich über das normale Verhalten zu unterrichten, also zu bestimmen, in welchen Intervallen die Limnaeiden unter gewöhnlichen Umständen Luft aufnehmen; um so bei der Untersuchung ein zeitliches Kriterium für gewisse Beurtheilungen zu besitzen.

Eine Anzahl Beobachungs-Tabellen, welche ich in dieser Richtung anlegte, ergab folgende allgemeine Resultate:

Die Zeitdauer von einer Luftaufnahme zur andern schwankt von einigen Minuten bis zu mehreren (2, 3, 4 und darüber) Stunden. Da

die Limnaeiden nämlich, (wenigstens beobachtete ich diess immer in meinen Aquarien) weitaus häufiger an Gegenständen (Pflanzen, Aquariumwänden) zur Wasseroberfläche zum Athmen emporkriechen, als durch Verminderung ihres specifischen Gewichts aufsteigen, so hängt die Zeit sehr von dem Weg ab, den sie zurückzulegen haben und der kleine Luftvorrath, den sie in ihrer Lungenhöhle mit sich führen, muss bei den Umwegen, die sie einschlagen, oft erstaunlich lange ausreichen, so dass es mir oft wunderbar erschien, warum sie in solchen Fällen nicht geradewegs auftauchten.

Auf sehr lange Zwischenräume in der Luftaufnahme folgen gewöhnlich mehrere kurze und andererseits lässt sich innerhalb gewisser Grenzen auch häufig besonders in den viertel- und halbstündigen Intervallen eine ziemliche Regelmässigkeit beobachten.[1])

Wenn wir übrigens berücksichtigen, wie lange die Pulmonaten überhaupt das Athmen vollkommen entbehren können, ohne zu Grunde zu gehen, dass sie ferner nach den Beobachtungen von Treviranus[2]) im Stande sind, einem gegebenen Quantum Luft allen Sauerstoff zu ent-

---

[1]) Folgende Tabelle veranschaulicht diese Verhältnisse deutlich :

Dauer der Beobachtung 2 Uhr 10 M. bis 6 U. 16 M.

Inhalt des Aquariums 20—22 Liter. Temperatur des Wassers und der Luft 9° R Beobachtungsthiere 3 Limnaea stagnalis 1 Limnaea auricularia. Die ersteren werden mit I, II, III die letztere mit IV numerirt.

Nr. I holt Luft um	2 U. 25 M.	Nr. II	2 U. 34 M.	Nr. III	3 U. 20 M.	Nr. IV	5 U. 40 M.
	4 „ 6 M.		3 „ 7 „		4 „ 53 „		6 „ 4 „
	4 „ 21 „		3 „ 50 „				
	5 „ 10 „		4 „ 31 „				
			5 „ 3 „				
			5 „ 43 „				
			6 „ 3 „				
			6 „ 16 „				

Während dieser vierstündigen Beobachtung kamen die Thiere immer nur kriechend an die Wasseroberfläche und die Verschiedenheiten in den Intervallen der Luftaufnahme rühren nur von den Wegen her, die sie einschlugen.

Nr. I und III schlugen Richtungen ein, in denen sie nur nach längerem Kriechen wieder an die Atmosphäre gelangen konnten. Nr. II hingegen kroch regelmässig an der Aquariumwand auf und nieder und Nr. IV irrte beständig an einem dicht belaubten Potamogetonzweig umher und wäre innerhalb der vier Stunden gar nicht an die Luft gekommen, wenn ich nicht den Zweig so gewendet hätte, dass dem Thier wenigstens die Möglichkeit gegeben war, von ihm aus die Wasseroberfläche zu erreichen.

[2]) G. R. Treviranus »Versuche über das Athemholen der niederen Thiere« seine Zeitschrift f. Physiologie B. IV 1831 p. 30 ff.

ziehen, was mit der Art ihrer Athmung zusammenhängt und endlich die Hautrespiration wie später zu erörtern sein wird, eine grosse Rolle bei ihnen spielt, so erklären sich die manchmal auftretenden ungewöhnlich langen Pausen in der Luftaufnahme vollkommen.

Schon aus diesen allgemeinen Angaben geht hervor, dass in Gewässern, in welchen Lungenschnecken in grosser Zahl leben, bei andauernder Beobachtung ein negatives Ergebniss (dass keine Schnecke luftholend beobachtet wurde) einen ziemlich sicheren Schluss auf deren veränderte Athmungsweise erlaubt.

Bezüglich der Limnaeen (L. auricularia) des Ferchensees nun belehrte mich ein viermaliger, im Ganzen zwei Monate umfassender Aufenthalt an diesem See von der Richtigkeit der von Siebold'schen Beobachtung. Es schöpfen die zahlreichen Lungenschnecken dieses Sees n i e an der Oberfläche Luft.

Nahm ich einige von den Thieren in einem Glase aus dem See, doch so dass sie nicht mit der Luft in Berührung gekommen waren, so dauerte es nicht lange und sie krochen alle an der Wand des Glases in die Höhe und füllten ihre Lungenhöhle mit Luft und b l i e b e n auch fortan bei dieser Athmungsweise.

Es frug sich nun, was enthält bei denen, welche im See leben, die Lungenhöhle? Die Antwort lautete merkwürdigerweise — Luft; wenigstens bei der grossen Mehrzahl. — Löste ich an einer seichten Stelle eine solche Limnaea auricularia vom Grunde ab, wo sie kroch und stichelte[1]) sie am Fusse mit einem nicht ganz spitzen Körper, indem ich sie in umgekehrter Lage unter dem Wasserspiegel hielt und ihre Athemöffnung scharf ins Auge fasste, so zog sie sich zusammen und entliess aus ihrer Lungenhöhle eine Anzahl Luftblasen.

Das führte ich im Laufe meiner Untersuchung mehrere Hundertmal aus.

---

1) Die Limnaeiden ziehen sich auf mechanischen Reiz zusammen und entleeren infolge davon ihre Lungenhöhle. Man kann ihnen auf diese Weise alle Luft entziehen. Dies erwähnt schon M. Lister »Exercitatio Anatomica altera« Londini 1695 p. 49 Swammerdamm »Biblia naturae« Leydae 1737 p. 165 auch Moquin-Tandon »Histoire natur. d. Mollusques etc.« Paris 1855 t. I. p. 156.

Um eine Zahl zu nennen, so gaben von 30 Thieren, die ich sorgfältig hierauf prüfte, 23 sicher Luft ab, die übrigen 7 dagegen entliessen keine oder verhielten sich zweifelhaft.

Legte ich solche durch mechanischen Reiz der Luft vollkommen beraubte Thiere ohne sie über das Wasser zu erheben an einer flachen, sandigen Stelle auf den Rücken und beobachtete ich dann ihre Athemöffnung, so sah ich dieselbe sich wiederholt öffnen und schliessen. — Luft enthielt die Lungenhöhle keine mehr, es musste also Wasser ein- und austreten. Doch ist der Wasserstrom äusserst schwach, gar nicht zu vergleichen mit dem einer Paludina etwa. — Feine Kreidetheilchen werden durch denselben nicht aus ihrer Fallrichtung abgelenkt, und in die Lungenhöhle eingesogen; nur wenn sie gerade über der Oeffnung herabsinken, fallen sie in die Lungenhöhle und können dann noch in ihrer senkrechten Richtung verfolgt werden, bis sie die Wand derselben treffen. — Bedeckt man die geschlossene Athemöffnung mit fein gepulverter Kreide, so wird diese beim Oeffnen des Athemloches nicht weggeweht durch einen austretenden Wasserstrom, sondern die am Rande liegenden Theilchen fallen in die Athemhöhle. Auch bläht sich die Lungenhöhle bei der Wasseraufnahme nicht auf, wie diess bei der Luftaufnahme sichtbar ist, die ausgetauschte Wassermenge wird also nur gering sein.

Was aber an Menge abgeht, wird nicht durch Zahl ersetzt. Neben ganz kurzen Intervallen in der Wasseraufnahme von nur wenigen Minuten finden sich solche von halben und ganzen Stunden bei luftleerer Athemhöhle. Eine flächenhafte[1]) Lunge an der Decke eines Sackes ausgespannt mit verhältnissmässig enger Oeffnung ist nicht günstig für Wasserathmung; man sollte eine rhythmische Muskelaction von den Wänden dieses Sackes und ein beständiges Offenhalten des-

[1]) Semper »Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten« Zeitschr. f. w. Zool. B. VIII p. 340—99 1857 beschreibt in dem Résumé seiner Arbeit p. 395 die Pulmonatenlunge folgendermassen: »Der den Gasaustausch vermittelnde Theil des Gefässsystems ist ein grosser, von zwei bindegewebigen Platten begrenzter Hohlraum, welcher durch zahlreiche, senkrechte, die beiden Platten begrenzende Fasern in einzelne Maschen abgetheilt wird, in denen sich die Blutkörperchen regellos bewegen.«

selben erwarten zum Zwecke eines lebhaften Wasseraustausches. Nichts davon ist zu bemerken.

Das Oeffnen und Schliessen der Lungenhöhle unter Wasser geschieht bei den Limnäen des Ferchensees bald in kurzen, bald in langen Pausen, bald wird die Oeffnung weit und rund aufgesperrt, bald wenig und spaltähnlich; es geschieht spontan bei luftleerer und lufterfüllter Athemhöhle, in letzterem Falle werden Gasblasen entlassen oder blos deren Spiegel wird am Eingange der Lungenhöhle sichtbar oder halb ausgetretene Gasblasen werden wieder zurückgesogen. Ich habe einen Fall verzeichnet, wo eine solche Blase an der Athemöffnung während acht Minuten zunahm, bis sie endlich entlassen wurde.

Wir haben also Luft- und Wasserathmung bei den Limnaeen des Ferchensees. — Fragen wir uns nun, wie verschaffen sich denn diese Thiere die in ihren Lungenhöhlen enthaltene Luft, da es doch unumstösslich sicher ist, dass sie nie aus dem Wasser auftauchen, so müssen wir eines Verhältnisses gedenken, welches an diesem See sofort in die Augen fällt. Es ist der Luftreichthum desselben, welchen auch von Siebold[1]) erwähnte.

Der Quantität des abfliessenden Wassers nach empfängt der Ferchensee den grössten Theil seiner Zuflüsse von unten, was sich auch an mehreren Stellen erkennen lässt und aus der beständig gleichbleibenden Temperatur des Wassers (6—7° R.) und seinem Offenbleiben auch in strengen Wintern hervorgeht. Diese unterseeischen Quellen führen eine grosse Menge Luft mit sich, welche sich allerwärts in Blasen absetzt.

Der ganze aus lockerem Sand und Geröll bestehende Seegrund ist davon erfüllt; Pflanzen, Steine, Holz, alle festen Körper im See sind mehr oder weniger mit Gasblasen überzogen, und alle Gegenstände die in das Wasser gebracht werden, bedecken sich damit. Ueberall steigen sie mit gurgelndem Geräusch vom Grunde des Sees auf, besonders am südwestlichen Ende. Unter jedem Stein, den man umwendet, treten Gasblasen hervor, ebenso wenn man mit einem Stock im Grunde wühlt.

1) C. Th. v. Siebold. »Ueber das Anpassungsvermögen etc.« p. 45.

Dieses Gas, von dem ich nach Bunsens Methode[1]) eine Quantität auffing, unterwarf Herr Dr. Tappeiner Privatdocent an hies. Universität auf meine Bitte einer chemischen Analyse und diese ergab folgende volumprocentische Zusammensetzung[2]):

Stickstoff . . . 83,4
Sauerstoff . . . 16,6
Kohlensäure . . Spuren

Es ergibt sich hieraus gegenüber der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft, welche aus 79,07 Vol. Stickstoff und 20,93 Vol. Sauerstoff besteht, nur ein Minus von 4,33 % in dem Sauerstoffgehalt der Luft des Ferchensees. Dieses Minus erklärt sich aus dem grösseren Absorptionsvermögen des Wassers für Sauerstoff als Stickstoff.

Es ist somit eine vollkommen athembare Luft, der die Limnaeen im Ferchensee auf allen ihren Wegen begegnen, und dass sie dieselbe wirklich zum Athmen benützen, geht aus verschiedenen Versuchen hervor, von denen ich nur die wichtigsten anführen will.

Ich beraubte einige der am Seegrunde herumkriechenden Limnaeen[3]) durch mechanischen Reiz vollkommen der in ihrer Lungenhöhle enthaltenen Luft, numerirte ihre Schalen und setzte sie auf einen breiten am Seeboden liegenden Stein, der mit Pflanzen bewachsen und über und über mit Luftblasen bedeckt war; alles ohne die Thiere über das Niveau des Wassers zu erheben. Nachdem sie mehrere Stunden

1) R. Bunsen »Gasometrische Methoden« Braunschweig 1857 p. I ff.

2) Die procentische Zusammensetzung des Gases ergab sich aus folgenden Daten:

	Beob. u. n. d. Calibrirungstabelle corrig. Vol.	Temper. C.	Barom; mm.	Quecksilbersäule über d. Wanne. u	Vol. bei 0° C. 1 M. Druck
Angewandtes Volumen (feucht)	114,3	15,8	711,6	44,8	70,57
Nach Absorption der Kohlensäure (trocken)	110,4	13,5	716,6	48,5	70,27
Nach dem Ueberfüllen in's Eudiometer (feucht)	323,2	10,4	719,0	352,9	108,87
Nach der Explosion mit Knallgas	323,2	10,5	719,0	352,9	108,84
Nach Zulassung von Wasserstoff	373,4	11,8	718,2	304,2	144,48
Nach der Explosion mit Knallgas	297,4	12,7	718,3	376,9	94,17
Nach der Absorption mit Kalihydrat	297 5	12,6	718,3	376,9	94,20

3) Wenn ich von den Limnaeen des Ferchensees spreche, ist immer L. auricularia gemeint.

auf dem Stein herumgekrochen waren, untersuchte ich wieder die Lungenhöhle derselben auf ihren Inhalt.

Von 15 Thieren, welche ich in drei Versuchen so behandelte, gingen zwei verloren, von den noch übrigen 13 Exemplaren entliessen zwei keine Luft, 11 dagegen gaben mechanisch gereizt Luft ab, manche sehr viel. Das längste Zeitintervall hiebei (vom ersten zum zweiten mechanischen Reizen) betrug 6 Stunden, das kürzeste $2^1/_4$ Stunden.

Dass die Limnaeen hiebei die an dem Steine haftenden Luftblasen in ihre Lungenhöhle aufgesogen hatten unterliegt keinem Zweifel: auch ist mit $2^1/_4$ Stunden jedenfalls noch lange nicht das Minimum der Zeit erreicht von einer Entleerung der Lungenhöhle bis zur nächsten Füllung mit Luft. Allein von den längeren mechanischen Reizen[1]), welche heftige Zusammenziehungen veranlassen, erholen sich die Thiere sehr langsam, ja sie gehen oft sogar daran zu Grunde und so ist es schwer einen kürzeren Termin zu erzielen, wenn man nicht unmittelbar das Aufnehmen der Luftblasen wahrnehmen kann.

Ich will diesen Versuchen noch hinzufügen, dass in allen Fällen, in welchen ich Limnaeen im Ferchensee, sei es von den dort einheimischen (L. auricularia) oder aus Sümpfen in der Nähe von München hergebrachten (L. stagnalis und Planorbis-Arten), nachdem ich sie der Luft beraubt, in Glascylindern u. dgl., welche durch Tüllnetze abgeschlossen waren, unter Wasser hielt, sie immer bei späterer Untersuchung ihren Lungensack mit Luft gefüllt hatten, wozu sie die an den Gefässen sich allmählig ansetzenden Luftblasen verwendet haben mussten.

Hing ich dagegen die Thiere an Fäden, die ich um ihre Schale knüpfte und welche durch einen Kork an dem einen Ende durch einen Stein an dem andern gespannt erhalten wurden, im Wasser auf und beraubte sie der Luft, so enthielt ihre Lungenhöhle, wenn ich sie nach längerer Zeit wieder untersuchte, niemals Luft.

---

1) Wenn das Reizen, nachdem schon alle Luft entlassen ist, noch länger fortgesetzt wird, ziehen sich die Thiere so stark zusammen, dass Blut aus der Lungenhöhle tritt und sie infolge dessen zu Grunde gehen.

Wie es aber die Limnaeen des Ferchensees anstellen, die Luftblasen in ihre Athemhöhle zu bringen, das heisst die direkte Aufnahme derselben beobachtete ich damals, als ich diese Versuche unternahm, noch nicht, so sehr ich mich auch darum bemühte.

München.

Erst ein zu ganz anderem Zwecke mehrere Monate nachher in München angestellter Versuch brachte mir die Erklärung.

Ich ahmte nämlich eben die Moquin-Tandon'schen Versuche nach und hielt zwei Limnaea stagnalis in einem Glase, welches unter dem Wasserspiegel durch ein Tüllnetz abgesperrt war, unter Wasser.

Hiebei bemerkte ich eines Tages, dass sich eines der Thiere auf eine sonderbare Weise mit einer Luftblase beschäftigte, welche beim Wasserwechseln zufällig unter dem Netz zurückgeblieben war. Ich liess es gewähren und nun sah ich, dass das Thier, indem es seinen Körper gegen die Athemöffnung hin krümmte, die Blase gegen dieselbe zurückdrängte und einsog.

Es bildete nämlich aus dem halbrunden Lappen seiner Athemöffnung, indem es denselben verlängerte und seine seitlichen Ränder aneinander legte, einen Hohlkegel, dessen geschlossene Spitze es an die Luftblase setzte, dann öffnete und die Blase aufsog. Kein Tröpfchen Wasser konnte dabei in die Athemhöhle eindringen. Ich war erstaunt über die Geschicklichkeit, mit der es diese Operation ausführte[1]). Nachdem ich mich nun überzeugt, dass das Thier sich auf so geschickte Art Luft verschafft, war es mir nicht mehr darum zu thun, den Versuch in seiner ursprünglichen Absicht fortzusetzen, sondern nur mehr die beobachtete Fähigkeit meiner Thiere genau kennen zu lernen.

Zu dem Zweck brachte ich absichtlich Luftblasen unter das Tüllnetz des Glases. Das zweite Thier näherte sich einer derselben, bis es sie berührte, bog seinen Körper ab, um die Athemöffnung näher zu

---

1) Sollte vielleicht hier das Lacaze'sche Organ, welches ohnehin mit der Athmung in Beziehung gebracht wird, eine Rolle spielen?

bringen, streckte diese aber kegelförmig verlängert schon aus einiger Entfernung entgegen und sog, als es die Luftblase damit erreichte, dieselbe langsam ein.

Ich wiederholte diesen Versuch mehrmals mit dem nämlichen Erfolg.

Nun schien es, als ob vielleicht das gesteigerte Athmungsbedürfniss den Thieren, da sie schon acht Tage von der Luft abgesperrt unter Wasser gehalten worden waren, diese Kunst gelehrt hatte, und ich stellte einen anderen Versuch an, um zu sehen, ob sie immer, wo sie auf ihren Wegen Luftblasen begegnen, dieselben aufnehmen.

Hiezu wandte ich ein Glas von 10 cm. Durchmesser an, welches unter dem Wasserspiegel durch ein flaches, über einen Drahtreifen gespanntes Tüllnetz abgesperrt war, in dessen Mitte sich eine 4 cm. grosse, runde Oeffnung befand. In das Glas wurden einige Limnaea stagnalis gesetzt, welche bisher noch zu keinem Versuch waren verwendet worden. Unter das Tüllnetz brachte ich vermittelst eines Gummischlauches mehrere Luftblasen von höchstens 1 centimeter Durchmesser. Es mussten also die Thiere, sofern sie zum Athmen an die atmosphärische Luft gelangen wollten, über die 3 cm. breite Zone kriechen, welche das Netz an der Innenseite des Glases bildete.

Schon einige Minuten nach Einbringung der Thiere in das Glas (sie waren nicht durch Reiz der Luft beraubt worden) nahm eines derselben eine Blase theilweise auf und begab sich dann wieder nach abwärts. Diess wiederholte sich.

Derselbe Versuch hatte ein zweitesmal angestellt den gleichen Erfolg.

Uebrigens geschieht es oft, dass eine Limnaea im Kriechen mit der ganzen Länge ihres Körpers auf der Seite der Athemöffnung eine Luftblase streift, ohne darauf zu reagiren, während sie unmittelbar nachher ihr wieder begegnend sie aufsaugt.

Wie sich bei der eben beschriebenen Art der Luftversorgung die Limnaeen, nachdem die gesammelte Luft in ihrem Lungensacke verbraucht ist, der dafür angehäuften Kohlensäure entledigen, geht aus einem anderen Versuch hervor. Hier wurde eine grosse Limnaea stagnalis ähnlich, wie oben beschrieben, untergebracht. Nachdem das Thier in kurzer Zeit eine Anzahl Luftblasen aufgesogen hatte, entliess es eine

es eine neue aufnahm einige Luft d. h. exspirirte. Später sog es sich an eine centimetergrosse Luftblase an, nahm einen kleinen Theil auf, blieb lange mit geöffnetem Athemloch angesogen und verliess dieselbe endlich ohne eine weitere Volumverminderung bewirkt zu haben. Auch dieses Verfahren diente offenbar mit dazu, das Thier eines Theils seiner Kohlensäure zu entledigen. Beides beobachtete ich öfters.

Nach alle dem ist es kaum mehr zu bezweifeln, dass die Süsswasser-Lungenschnecken sich auch im Freien, überhaupt überall, wo es ihnen die Verhältnisse gestatten, auf diese für sie bequemere Art mit Luft versorgen, welche ausserdem noch den Vortheil hat, dass sie sich dabei weniger ihren Feinden, Fischen, Wasservögeln etc. aussetzen, wie es das Durchstreichen einer Wasserschichte und Athmen an der Oberfläche mit sich bringt.[1])

Ferchensee (Fortsetzung).

Diese Erfahrung nun wandte ich bei einem neuen Besuch des Ferchensees auf die dortigen Beobachtungen an.

Unter den Verhältnissen, wie sie sich im Ferchensee finden, kann die Aufnahme von Luftblasen auf zweierlei Art geschehen, entweder werden die an allen Gegenständen im See haftenden Luftblasen von den Schnecken aufgesogen oder es werden die beim Umherkriechen abgestreiften, sowie vom Grunde frei aufsteigenden Luftblasen, welche sich auf der Seite der Athemöffnung in dem Zwischenraum zwischen Nacken und Mantelkragen sammeln, aufgenommen.

In der That beobachtete ich Beides. Ich schöpfte einige Limnaea auricularia in einem Glas aus dem See, versah das Glas unter dem

[1]) Es kam mir bei diesen Beobachtungen eine Stelle Troschel's in den Sinn, welche sich auf eine ähnliche Erfahrung zu beziehen scheint. In seiner Schrift »De Limnaeaceis etc.« Berolini 1834 p. 11 wo er von der Athmung der Limnaeaceen handelt sagt er: ».... Si aër non suppetit in hoc receptaculo, aut in litore aquae, in qua vivunt, aut in aliis rebus, ut palis, plantis aquatilibus aut in parietibus vasis, in quo conservantur, magno cum labore sursum repentia superficiem aquae petere coguntur, quam ob causam semper fere prope litus versantur.« —

Wasserspiegel mit einem Tüllnetz und brachte unter dieses kleine Luftblasen. Sie wurden von den Schnecken ganz oder theilweise aufgesogen, wie in den Versuchen in München mit L. stagnalis.

Andererseits liess ich mittelst eines Gummischlauches mit Glasspitze denselben Schnecken (L. auric.) Luftblasen in den Zwischenraum treten zwischen Nacken und Mantel. Geriethen dieselben infolge der Bewegungen der Thiere in die Nähe der Athemöffnung, so wurden sie aufgenommen; es geschah diess sofort, wenn die Blase gleich beim Einbringen die Athemöffnung berührte.

Auch hatte ich bei meinen Versuchen oft Gelegenheit zu sehen, dass eine L. auric. spontan ohne äusseren Reiz Luft aus ihrer Lungenhöhle entliess, was sich wohl als Exspiration deuten liess.

Ich habe schon p. 17 erwähnt, dass die Lungenschnecken des Ferchensees, wenn man sie ihren natürlichen Lebensverhältnissen entnimmt und ohne sie mit der Luft in Berührung zu bringen, in ein Aquarium setzt, in kürzester Zeit sich den zum Athmen nöthigen Luftvorrath von der Wasseroberfläche zu verschaffen beginnen und bei dieser Athmungsweise fortan bleiben. Im günstigsten Falle währte es nur 17 Minuten vom Einbringen in das Aquarium an bis die erste L. auric. zum Athemholen in die Höhe kam, andere hinwiederum brauchten mehr als zwei Stunden.

Als ich das kleine Aquarium etwas geneigt auf Steine in den See stellte, so dass durch den leichten Fluss, welchen eine unterseeische Quelle erzeugte, das Wasser desselben beständig durch frisches Seewasser ersetzt wurde, und in dieses Aquarium Ferchenseelimnaeen und von München mitgebrachte Limnaea stagnalis setzte, erstere ohne sie über das Wasser zu erheben, so kam die erste L. auric. nur wenige Minuten nach der ersten L. stag. zum Luftschöpfen an die Oberfläche und auch die übrigen, welche später nachfolgten, verhielten sich der Zeit nach ganz ähnlich den L. stag.

Ich erkläre mir dieses schnelle Uebergehen der Ferchenseelimnaeen von ihrer eigentlichen Athmungsweise zu dem gewöhnlichen Respirationsmodus der Limnäeen daraus, dass die Schnecken in einem solchen kleinen (kaum 1 Liter haltenden) Aquarium, wenn sie einigermassen

die gleiche Bewegungsrichtung einhalten, in kurzer Zeit auf die Luft stossen müssen, und, da sie schon auf so kleine Luftquantitäten reagiren, wie eine Blase ist, werden sie diess um so mehr der Atmosphäre gegenüber thun und ist es einmal geschehen, leicht wiederholen.

Es ist nach dem bisher Gesagten gar kein Grund vorhanden, warum die Lungenschnecken des Ferchensees, auch wenn sie in ihren natürlichen Lebensverhältnissen durch Zufall an die Luft gerathen, nicht davon aufnehmen sollten, und es stösst keineswegs die Beobachtung v. Siebold's, dass sie nie an der Oberfläche Luft schöpfen, und meine Bestätigung derselben um, wenn hier und dort im See unter Tausenden von Schnecken, welche beständig unter Wasser bleiben, einzelne gefunden werden, die ihren Luftvorrath direkt aus der Atmosphäre nehmen. Bei sinkendem Wasserstand, wie er an diesem kleinen See so schnell eintritt, gerathen oft viele von den Schnecken in's Trockene und gehen zu Grunde, andere löst der Wellenschlag vom Ufer, sie schwimmen an der Oberfläche und athmen dabei; oder von der Unzahl, welche die Wasserpflanzen (Characeen) bedeckt, setzen einzelne ihren Weg bis an die äussersten Spitzen der Pflanzen fort und gerathen so an die Luft. Das sind alles seltene Fälle und kaum einigemale von mir beobachtet worden und sie sprechen durch ihre Seltenheit nur für die ausgesprochene und durch die angeführten Thatsachen bekräftigte Behauptung.

Wir haben gesehen, was den Pulmonaten des Ferchensees die Möglichkeit gewährte, beständig unter Wasser zu leben, und so den Schein zu erwecken, als haben sie die Luftathmung aufgegeben: — der Luftreichthum des Sees; wir haben auf der anderen Seite auch die merkwürdige Erscheinung kennen gelernt, dass diese Lungenschnecken ihre Lungen abwechselnd auch als Kieme verwenden, indem sie Wasser in den Athmungsraum treten lassen, und es erübrigt uns nun noch die Bedeutung dieser letzteren Athmungsart festzustellen.

Milne-Edwards[1]) berechnet, dass ein in Seine-Wasser athmendes Thier etwa so viel Sauerstoff aufnimmt, wie in einer Atmosphäre von weniger als $\frac{1}{100}$ Sauerstoffgehalt.

[1]) »Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée« Paris 1857 tom. I p. 517.

Geben wir nun auch zu, dass das Verhältniss für das Ferchensee-wasser ein günstigeres ist, weil dieses infolge des unablässig hindurchziehenden Luftstromes aller Wahrscheinlichkeit nach mit Sauerstoff übersättigt ist, so muss doch die Thätigkeit eines Organs, welches seinen Sauerstoff bald aus der Luft, bald aus diesem Wasser bezieht, wenn der gleiche Effect erreicht werden soll, im letzteren Falle ausserordentlich erhöht werden; dass diess aber weder in Bezug auf das Quantum des in den Athmungsraum aufgenommenen Wassers noch in Bezug auf den Wechsel desselben geschieht, erhellt aus der p. 18 gegebenen Beschreibung des Vorgangs.[1]) Eine für das Thier wahrnehmbare Wirkung mag die »Kiemenathmung« wohl hervorbringen, denn es ist kaum anzunehmen, dass es ganz zwecklos handle, aber sie kann nur gering sein.

Ob die Verwendung der Lunge als Kieme ausreichend sein würde, das Leben der Thiere zu erhalten, ist experimentell nicht zu bestimmen, weil die gleichzeitige Thätigkeit der Haut als Athmungsorgan sich nicht ausschliessen lässt und diese bei den Limnaeen für sich allein die ganze Athmung zu unterhalten im Stande ist, wie gleich zu erörtern sein wird.

Die Thätigkeit der Lunge als solche überwiegt bei weitem jene als Kieme, und wenn die bisherigen Versuche noch nicht erwiesen haben sollten, dass die von der Preisaufgabe verlangte »Bedingung des Adaptirungsvermögens« für die Lungenschnecken im Ferchensee in der Möglichkeit liegt, sich unter Wasser (durch Luftblasenaufnahme) das zum Athmen nöthige Sauerstoffquantum zu verschaffen, so würde es unzweifelhaft aus dem Verhalten der Lungenschnecken hervorgehen, welche man aus fremden Gewässern in den Ferchensee versetzt.

1) Man könnte vielleicht an eine morphologische Aenderung der Lunge denken, welche dieselbe für die Wasserathmung geeigneter mache, umsomehr als Simroth (Ueber die Sinneswerkzeuge unserer einheimischen Weichthiere« Zeitschr. f. w. Zool. XXVI. B. p. 227—350 mit T XV—XXI) l c. p. 312 ff. bei Planorbis corneus gezeigt hat, dass derselbe normaler Weise neben der Lungen- auch eine Kiemenathmung besitze, und anatomisch die hiezu bestimmte Bildung nachwies. Aber Simroth zeigte auch, dass diese Bildung bei den verwandten Gattungen Limnaea und Physa fehle; und und ich habe bei makroskopischer Untersuchung der Lungenhöhle der Ferchenseelimnäen nichts auffallendes gefunden.

Diese kommen, sowie man sie in den See bringt, nicht mehr an die Oberfläche und nehmen, soviel ich beobachtete. gleich Luftblasen auf.

Der Reichthum des Seewassers an absorbirtem Sauerstoff dagegen veranlasste sie nicht, ihre Lungenhöhle abwechselnd mit Wasser zu füllen, wie ich an denjenigen fremdhergebrachten Limnaeen sah, die ich im See längere Zeit unter Wasser hielt und welche am Ende des Versuches dem Wasser so wenig den Eintritt in ihre Lungenhöhle gestatteten wie am Anfang. Wäre der Reichthum an absorbirtem Sauerstoff die »Bedingung« der Adaption im Ferchensee, dann würden sie wahrscheinlich sehr bald eine Kiemenathmung begonnen haben. Für die Hautathmung kommt natürlich der grössere Sauerstoffgehalt des Wassers auch in Betracht.

Die Erklärung für die Verwendung der Lunge als Kieme ist mit der Thatsache gegeben, dass die Süsswasserpulmonaten in ihrer frühesten Jugend ihren Lungenraum mit Wasser füllen.[1])

[1]) A de Quaterfages »Mémoire sur l'embryogénie des Planorbes et des Limnées« Ann. d. sc. nat. 2e sér., tom. II (Zoologie) p. 107 Paris 1834 bemerkt l. c. p. 113: »Au moment de leur sortie de l'oeuf les Limnées et les Planorbes ne paraissent pas sentir bien vivement le besoin de respirer, ils restent souvent 36 à 48 heures avant de venir à la surface de l'eau et pendant tout ce temps on ne peut distinguer leur cavité pulmonaire qui devient très visible aussitôt qu'ils y ont donné accés à l'air. Au reste un mois après leur naissance ils peuvent encore rester plus de 24 heures soit dans l'eau soit dans l'air sans être obligés comme les adultes de changer d'élément.

E. Jacquemin »Recherches anatomiques et physiologiques sur le développement des être organisés« I Mémoire contenant l'histoire du développement du Planorbis cornea 1835 führt in den »conclusions« l. c. p. 674 an: »7º Le jeune Planorbe jouit d'une respiration aquatique jusqu'a ce que les organes de la respiration aërienne et la cavité pulmonaire aient achevé leur formation.« etc.

B. C. Dumortier »Mémoire sur l'embryogénie des Mollusques Gastéropodes« Ann. d. sc. nat. 2e sér. tom. VIII (Zoologie) p. 129 Paris 1837 berichtet l. c. p. 156 von Limnaeus ovalis:

»Dans le premier âge de sa vie l'animal ne respire que de l'eau et en respire constamment. On peut s'en assurer en jetant un peu de poussière insoluble dans l'eau qui le contient; alors on voit bientôt les globules composant cette poussière attirés et ballotés vers l'orifice de la cavité respiratoire, laquelle se referme bientôt pour ne pas y permettre l'introduction des matières étrangères à l'eau. Ce n'est que lorsqu'il a atteint un âge plus avancé qu'il commence à respirer l'air en nature.«

C. Gegenbaur »Grundzüge der vergl. Anatomie« 2. Aufl. Leipzig 1870 sagt p. 554 »Andere, seichte Gewässer bewohnende Pulmonaten (Lymnäen, Planorben etc.) können im Jugendzustand gleichfalls der Luft entbehren, wie leicht nachweisbar ist. Indem also auch hier eine Respiration im Wasser (d. h. der im Wasser enthaltenen atmosphärischen Luft) besteht etc.«

Und endlich C. Claus »Grundzüge der Zoologie« 3. Aufl. Marburg und Leipzig 1876 gibt p. 797 gleichfalls an: die Süsswasserpulmonaten füllen im Jugendzustand ihre Athemhöhle mit Wasser, später erst mit Luft.«

Vergegenwärtigen wir uns eine erste Generation von erwachsenen Lungenschnecken, welche ein beliebiger Zufall in den Ferchensee geführt hat. Gemäss der Eigenschaft der Limnaeiden auch kleinere, im Wasser befindliche Luftmengen sich anzueignen, werden sie von den reichlich vorhandenen Luftblasen aufsaugen und da ihrem Sauerstoffbedürfniss damit vollkommen genügt werden kann, kein Verlangen mehr äussern nach der Atmosphäre aufzutauchen, da aber auch keine Veranlassung für sie vorhanden wäre, zu einer Wasserathmung durch die Lunge überzugehen, so werden sie ihr Leben hindurch bei dieser Art von Luftathmung bleiben.

Ihre Jungen hingegen, die zweite Generation, athmen im ersten Lebensalter Wasser durch die Lunge, sobald sie aber frei umherzukriechen beginnen, müssen sie auch auf Luftblasen stossen und der Instinkt ihrer Familie wird sie leiten, diese aufzusaugen. Ist aber die so erlangte Luft verbraucht und die dafür angesammelte Kohlensäure ausgestossen, die Lungenhöhle also wieder leer und macht sich nun von Neuem das Athmungsbedürfniss fühlbar, während vielleicht gerade keine frischen Luftblasen in der Nähe sind, so werden sie wieder Wasser in die Lungenhöhle aufnehmen, wie kurz vorher.

Da sich dieser Fall muthmasslich häufig wiederholt im Leben dieser Thiere, so erklärt sich daraus das Fortbestehen beider Athmungsweisen neben einander.

Ausfluss des Königs-Sees.

Von den drei Species (Limnaea mucronata Held, Planorbis laevis Held und Planorbis carinatus Müll.), welche v. Siebold anführt, fand ich hier nur die letztgenannte in grösserer Anzahl, und meine Angaben beschränken sich daher auf diese allein.

Zunächst kann ich v. Siebold's Beobachtung bestätigen; es war mir gleichfalls nicht möglich, eines der Thiere an der Oberfläche Luft holend zu überraschen. Gleichwohl entliessen von 27 Planorbis carinatus, welche ich auf den Inhalt ihrer Lungenhöhle untersuchte, 18 mechanisch gereizt Luft, manche sehr viel, bei vier war es zweifelhaft, fünf gaben keine ab.

Von denen, welche ich unter Wasser in ein Glas gesammelt hatte, kamen die ersten nach etwa einer halben Stunde zum Athmen an die Oberfläche.

In Bezug auf den Luftgehalt des Wasser konnte ich ähnliche Verhältnisse constatiren, wie im Ferchensee, nur nicht in diesem Masse. Die Steine, auf welchen die Planorbis krochen, waren meist mit Gasblasen über und über bedeckt, auch steigen solche da und dort vom Grunde auf. Auch wenn man Steine umwendet oder im Grunde wühlt, treten Gasblasen in die Höhe. Es unterliegt keinem Zweifel, dass dieselben aus atmosphärischer Luft bestehen; es spricht dafür die Topographie der Stelle.

Wir haben somit in Allem die gleichen Verhältnisse wie am Ferchensee, und was dort gegolten hat, gilt demnach auch für diesen Fall.

Aquaeduct der Sägemühle bei Reit in Winkel.

Ich hatte viermal Gelegenheit denselben zu untersuchen, aber immer ohne Erfolg. Nur einmal erbeutete ich zwei oder drei ganz kleine limnaeenähnliche Schnecken, welche ausserdem noch nahe dem Niveau des Wassers oder über demselben sich befanden.

Allem Anscheine nach ist der Aquäduct seit von Siebold's Beobachtung 1859 neu hergestellt worden und möglicherweise dabei die ihn bewohnenden Limnaeenfauna grösstentheils zu Grunde gegangen.

Aquarium der landwirthschaftlichen Ausstellung.*)

Dieser Fall erklärt sich aus dem, was pag. 22 und 23 über den Instinct der Süsswasser-Lungenschnecken, überall Luftblasen aufzusaugen, mitgetheilt wurde.

Das Aquarium erhielt, wie von Siebold anführte, seinen Zufluss von oben durch einen kräftigen Wasserstrahl, welcher viel Luft mit sich in das Wasser riss. Ich überzeugte mich selbst durch Beobachtung, dass bei einer solchen Einrichtung Boden, Wände des Gefässes etc. sich mit Luftblasen überziehen, und da nun die betr. Lungenschnecken nicht zögern werden, dieselben für die Athmung zu verwenden und durch den einfallenden Wasserstrom für einen genügenden Vorrath davon gesorgt ist, so besteht für die Thiere kein Grund mehr zur Luftaufnahme in die Höhe zu kriechen und es tritt die Erscheinung auf, welche von Siebold beobachtete.

Moquin-Tandon's*) und Saint-Simon's Versuche.

Moquin-Tandon hatte aus dem Ergebniss seiner Experimente geschlossen, dass blosses Absperren von der Luft die Süsswasserpulmonaten veranlasse, ihre Lunge als Kieme zu verwenden.

Indem ich nun seine Versuche nachahmte, hatte ich mein Augenmerk vorzüglich auf diesen letzteren Punkt zu richten.

Den 16. März 1876 brachte ich eine Limnaea stagnalis in ein cylindrisches Glas, von $^5/_8$ Liter Inhalt. Das Thier wurde durch mechanischen Reiz der in seiner Lungenhöhle enthaltenen Luft beraubt

---

1) C. Th. v. Siebold »Ueber das Anpassungsvermögen etc.« p. 43 u. 44.

2) Moquin-Tandon »Histoire natur. des Mollusques etc.« tom. I p. 81.

und durch ein Tüllnetz, das unter dem Wasserspiegel angebracht war, von der Atmosphäre abgesperrt.

Das Wasser, dessen Temperatur nie unter 8° + R. sank, wurde täglich 2—4mal gewechselt, alle Luftblasen auf das Sorgfältigste entfernt, das Thier kam nie mit der Luft in Berührung und von Zeit zu Zeit wiederholte Reizung zeigte, dass es sich auch nicht unvermerkt Luft verschafft.

Es bestand also vollkommene Sicherheit darüber, dass die Limnaea während der ganzen Dauer des Versuches ihr Athmungsorgan nicht als Lunge verwendet hatte und dieser Versuch währte bis zum 14. Juni 1876. Am 91. Tage ging die Limnaea zu Grunde.

Während der ganzen Zeit hielt sie die Athemöffnung fest verschlossen, wie ich immer beobachten konnte, und die Lungenhöhle war leer, was sich von aussen (-vorn) an dem zusammengezogenen Zustand derselben erkennen liess. Die Schnecke befand sich nicht etwa in einem Zustande der Lethargie, wenn sie auch viel weniger lebhaft war als andere frei in einem Aquarium lebende Limnaeen derselben Species. Sie nahm Nahrung zu sich, setzte Faeces ab und kroch herum, nur sehr langsam. Auch war sie durchaus nicht aufgedunsen.

Auf eine Betheiligung des sogenannten »Wassergefässsystems« an der Respiration, wenn ein solches bei den Pulmonaten überhaupt besteht, liess ihr Verhalten nicht schliessen. Die Lunge war vollkommen unthätig, und die ganze Respiration musste durch die Haut vor sich gehen. Dass jedoch die Haut der Pulmonaten für diese Funktion höchst geeignet ist, wurde mir aus Injectionspräparaten derselben klar, welche Herr Professor Kollmann die Güte hatte, mir vorzulegen. Diese zeigten ein ausserordentlich dichtes Netz von Lacunen in der Haut, welches durch Capillaren gefüllt und entleert wird.

Nachdem die Limnaea über zwei Monate in diesem Zustande getebt hatte und sich anscheinend noch immer ganz wohl befand, (ihre Schale war in dieser Zeit nahezu um 1 Cm. gewachsen), setzte ich sie in ein grösseres etwa 4 Liter haltendes Glas, wo sie auf die gleiche Weise wie in dem vorigen von der Luft abgesperrt war und gab ihr (20. Mai 1876) eine zweite Limnaea stag. bei, die ich ebenfalls vorher

durch mechanischen Reiz der Luft ihrer Lungenhöhle beraubte. Ich erwartete, dass die Thiere sich begatten und ihre Jungen sich ähnlich verhalten würden, wie die Lungenschnecken in grossen Seetiefen. Diess geschah jedoch nicht, sondern die zweite Limnaea, welche ich mit B bezeichnen will, accomodirte sich nicht an diese Lebensweise und ging schon am 10. Juni, also nach 22 Tagen, zu Grunde. Den Tag vor seinem Ende nahm das Thier ein stark aufgedunsenes Aussehen an, wie ich es öfters bei Limnaeen beobachtet hatte, welche erstickt waren, erhielt aber, ehe es starb, sein gewöhnliches Volumen wieder.

Um dieselbe Zeit, da B verendete, zeigte A (die erste Limnaea) eine sonderbare Veränderung. Es verminderte sich nämlich immermehr ihr specifisches Gewicht, sie stand auf der Schalenspitze schwebend, erhob sich dann bis unter das Netz, welches sie von der Luft absperrte und konnte durch Nichts zum Sinken gebracht werden. Dabei war ihre Lungenhöhle volkommen luftleer, wie ich mich überzeugte. Nach vier Tagen war sie todt. Die Verminderung des specifischen Gewichts erklärte sich aus einer Abzehrung aller Organe, das Thier war allem Anscheine nach an Nahrungsmangel zu Grunde gegangen.

Es bestand nämlich für mich bei diesem Versuche eine Hauptschwierigkeit in der Ernährung der Thiere. Da sich aus den Stengeln der Wasserpflanzen z. B. Potamogeton Luft absonderte, welche sich zu Blasen sammelte, deren Aufnahme von Seiten der Limnaeen ich vermeiden wollte, so gab ich ihnen nur Brod und Algen und diess scheint ihnen nicht genügt zu haben. Das Experiment hätte möglicherweise bei grösserer Sorgfalt in der Auswahl der Nahrung für die Schnecken noch weiter fortgesetzt werden können.

Dieser Versuch überschritt also das Maximum, welches Moquin-Tandon bei seinen Experimenten erreicht hatte (19 Tage), beinahe um das Fünffache[1]) und bewies gleichzeitig, dass dessen Schlussfolgerungen

---

[1]) Simroth führt l. c. p. 314 an, dass er mehrmals eine Limnaea mit einem Planorbis (corneus) von der Luft abgesperrt unter Wasser gehalten habe bei täglichem Wasserwechsel und sagt: »Limnaea starb nach 2—3 Tagen, wie jede ächte Lungenschnecke, (?) welche man ähnlichen Verhältnissen aussetzt, Planorbis indessen streckte seinen Kiemenfortsatz heraus und kroch noch am 7. Tage munter fressend und mit seiner Zunge die Wände nach Nahrung benagend umher; am 8. erlag auch er endlich. Aber ich bin überzeugt, dass der

aus seinen Experimenten unrichtig sind. Uebrigens ist zu bemerken, dass Moquin-Tandon auch schon an die Möglichkeit dachte, welche der eben geschilderte Versuch als wirklich erwies, indem er sagte[1]): »Il est probable que le Mollusque submergé absorbe aussi de l'air par surface de la peau, comme cela a lieu chez plusieurs invertébrés aquatiques.«[2])

Diese Fähigkeit der Hautathmung bei den Süsswasser-Lungenschnecken erklärt verschiedene Erscheinungen, so die oft sehr langen Intervalle bei ihrer normalen Athmungsweise (p. 7 Anm. 2, p. 15, p. 16 u. Anm. 1 p. 16), ferner wie sie ohne eigentlichen Winterschlaf gezwungen (durch Zufrieren des Wassers) oder ungezwungen während der kalten Jahreszeit unter Wasser verweilend ihr Leben fristen können etc.

Tiefseefischungen im Starnbergersee.

Von den drei Seen: Genfer- Boden- und Starnbergersee, in welchen überall Lungenschnecken in grosser Tiefe gefunden worden waren, wählte ich zur Untersuchung den letzteren als den meinem Domicil nächstgelegenen.

Versuch sich noch viel länger ausdehnen liesse, wenn man das Verweson der Pflanzen verhinderte und ein geeigneteres Wasser benutzte.« Das von Simroth verwendete Wasser muss den Thieren ganz unzuträglich gewesen sein, denn bei meinen Versuchen blieb eine L. stagnalis, in Wasser, das um die Luft auszutreiben, eine Stunde gekocht worden war, neun Tage am Le'en, obwohl ich sie der Luft ihrer Lungenhöhle beraubt und vollkommen von der Atmosphäre abgesperrt hatte und Swammerdamm erwähnt in s. Biblia naturae p. 115, dass die Weinbergschnecke, also noch dazu eine Landschnecke, 6—7 Tage unter Wasser gehalten am Leben bleibe.

[1]) Journal de conch. 1852 p. 121.

[2]) Auch bei Wirbelthieren nicht bloss bei Wirbellosen kann das Leben durch ausschliessliche Hautathmung sehr lange gefristet werden. So erhielt William Edwards Frösche $2^1/_2$ Monate lebend unter Wasser. S. dessen Aufsätze »Ueber die Asphyxie der Batrachier« aus den Ann. d. Chimie et d. Physique t. V p. 358—80; t. VIII 1818 p. 225 u. t. X 1819 p. 5—29 abgedr. in Meckel's Archiv B. III, IV u. V.

Bei zweitägigem Dredgen in demselben nahe dem herzoglichen Schloss in Possenhofen und vor Starnberg selbst, wobei ich im Ganzen 13 Stunden auf dem Wasser zubrachte, wurden aus Tiefen zwischen 50 und 80 Fuss an lebenden Lungenschnecken heraufbefördert: Gegen 50 erwachsene und viele junge Limnaeen der Species L. auricularia (Var. tumica), und eine L. stagnalis, daneben zahlreiche leere Schalen von gross ausgewachsenen L. auric. und mehr als ein Dutzend von L. stag. ferner eine Schale einer kleinen Planorbis.[1])

Die Tiefe, aus der die Limnaeen stammten bietet genügende Sicherheit dafür, dass sie zur Athmung nicht an die Oberfläche kommen. Um den Inhalt ihrer Lungenhöhle zu prüfen, wurden die Schnecken, ehe sie mit der Luft in Berührung gekommen waren, mechanisch gereizt. Dazu wurde der Dredge-Apparat entweder bevor er den Wasserspiegel erreichte in einer Wanne herausgeschöpft oder bis dicht an denselben heraufgezogen, die Thiere von den Pflanzen abgelöst und unter Wasser untersucht. Da aber bei der letzteren Methode viele verloren gingen, wurde die erste angewendet.

Bei keinem einzigen Thiere konnte ich mit Sicherheit aus der Lungenhöhle tretende Luftblasen beobachten. In einzelnen Fällen, in denen ich solche sah, war ich ungewiss, ob sie nicht an meiner Hand oder dem Instrumente mit dem ich reizte, gehangen hatten. Nun waren freilich die Umstände für eine derartige Beobachtung nicht günstig, denn bei dem Zusammenraffen der Wasserpflanzen am Grunde des Sees durch den Haken und dem Hereinbefördern des Apparates in die Wanne wurden die Schnecken trotz aller Sorgfalt nicht gerade glimpflich behandelt und nicht wenige davon arg beschädigt, und wenn man berücksichtigt, dass sie sich auf leichte Reize schon zusammenziehen, und Luft entlassen,

1) Ausserdem zahlreiche Kiemenschnecken verschiedener Species, Phryganidenlarven und andere Insectenlarven, Planarien etc. auch die Schale einer Bivalve.

Zur Erlangung von Schnecken ist der Blechkasten der Dredge, wie Forel sie anwendet, nicht sehr dienlich. Die meisten erhielt ich dadurch, dass ich einen dreifachen Haken, dessen sich die Fischer zum Suchen verlorener Netze bedienen, oberhalb des Blechkastens befestigte, welcher am Grund fortschleifend Massen von Pflanzen ausriss und sammelte, zwischen denen sich in der Regel Lungenschnecken befanden.

wenn ihre Lungenhöhle deren enthält, so kann man wohl von vornherein kaum ein anderes Resultat erwarten, als das mitgetheilte. [1])

Die in ein Glas gebrachten Schnecken waren ganz lebhaft, krochen in die Höhe und schöpften oft nach kaum einer Viertelstunde Luft.

Ehe sie aber mit der Luft in Berührung gekommen, nahmen sie Wasser in ihre Lungenhöhle auf, wobei sie ihre Athemöffnung wie die Limnaen des Ferchensees bald weit, bald nur spaltähnlich und in denselben wechselnden Intervallen öffneten. An die gewöhnliche Luftathmung aber einmal gewöhnt, gaben sie das auf. Anfangs benahmen sie sich beim Luftholen sehr ungeschickt, krochen viel höher als nöthig über das Wasser und machten fruchtlose Bewegungen. Später verlor sich diess.

Noch will ich bemerken, dass sie trotz der Tiefe, aus der sie stammten, ganz deutliche Augen besassen.

Die einzige L. stagnalis, welche ich erbeutete, war mir besonders wichtig, denn hier gedachte ich wegen der Grösse des Thieres die Wasseraufnahme recht deutlich zu beobachten. Es hatte, wie alle Uebrigen, auf Reiz keine Luft entlassen und wurde ohne mit der Atmosphäre in Berührung zu kommen in ein Glas mit Wasser gesetzt und in demselben durch ein Tüllnetz unter der Oberfläche gehalten. Sobald es sich erholt hatte, beobachtete ich es, so gut diess neben dem Dredgen geschehen konnte. Es schien Wasser aufnehmen zu wollen, ohne es aber zu thun, so lange ich beobachtete. Da mittlerweile der Abend hereinbrach, musste die Beobachtung aufgegeben werden.

Den nächsten Morgen, nachdem es über Nacht unter Wasser gehalten worden und also noch immer nicht mit der Atmosphäre in Berührung gekommen war, wurde die Beobachtung fortgesetzt.

Erst nach $^3/_4$ Stunden öffnete es ganz schwach, spaltähnlich seine Athemöffnung

---

1) Mit einem vollkommeneren Dredge-Apparat, als mir zur Verfügung stand, liesse sich vielleicht ein etwas verschiedenes Ergebniss erreichen.

Nach diesem Verhalten sah ich, dass die Wasseraufnahme für das Thier kaum eine Bedeutung haben konnte.

Nun wollte ich versuchen, wie es auf Luftblasen reagiren würde und brachte zu dem Zweck einige unter das Netz. Als es nach längerem Herumkriechen die 4—5 mm. grossen Blasen wahrnahm, übte diess deutlich eine reflectorische Wirkung auf das Athmungsorgan, denn die Schnecke streckte den Lappen der Athmungsöffnung in der p. 22 beschriebenen Weise vor und brachte ihn einmal auch einer Luftblase so nahe, dass die Aufnahme derselben zweifellos erfolgt wäre, wenn die Blase nicht weggeglitten wäre.

Das Thier wurde sehr ruhig, und ich liess es jetzt an die Luft. Da konnte ich nun recht deutlich vor der Luftaufnahme die Entleerung der Lungenhöhle von Wasser sehen: dasselbe floss unter einem schwachen Druck von Seiten der Lungenhöhlenwand aus der aufgesperrten Athemöffnung ab.

Auf welche Weise versorgen sich nun die in grossen Tiefen im Starnbergersee lebenden Lungenschnecken mit Sauerstoff?

Der Wasserwechsel in der Lungenhöhle ist nach den hierüber mitgetheilten Thatsachen nicht intensiver geworden, als bei den Pulmonaten des Ferchensees, und was p. 18 und 27 von diesen gesagt wurde, gilt auch für die Starnbergerlimnaeen. Wir können auch bei diesen der Kiemenathmung keine grössere Bedeutung einräumen als bei jenen und müssen demnach den Hauptnachdruck auf die Hautathmung legen.[1]) Es ist übrigens wohl zu beachten, dass in den grossen Seetiefen Luftathmung keineswegs ausgeschlossen ist. Ich sah beim Aufziehen des Dredge-Apparates Luftblasen aus der Tiefe aufsteigen von etwa 5 cm. Durchmesser und der Fischer versicherte mir, dass beim

[1]) Wollte man vielleicht annehmen, dass durch eine morphologische Veränderung die Lunge dieser Thiere für die Wasserathmung geeigneter geworden sei, so kann ich dagegen anführen, dass ich bei Vergleichung der Lunge einer gewöhnlichen L. stagnalis mit L. aur. aus dem Starnbergersee und derselben Species aus dem Ferchensee nichts eine solche Annahme Bestätigendes beobachtet habe.

Einrammen von 30—45 Fuss langen Stangen, wie sie beim Fischfang nöthig sind, Massen von Luftblasen vom Grunde aufsteigen.[1])

Sehen wir jedoch von dieser letzteren Möglichkeit ab, so haben wir im Starnbergersee, und ich nehme keinen Anstand diese Erklärung auch auf den Genfer- und Bodensee auszudehnen, den Fall, dass Limnaeen ihr gesammtes Sauerstoffbedürfniss durch Hautathmung in Verbindung mit Kiemenathmung durch die Lunge bestreiten.

Was nun die »Bedingung« dieser Erscheinung betrifft, so ist dieselbe in diesem Falle keine äussere, wie eine solche bei der Erscheinung am Ferchensee, Königssee etc. der Luftreichthum des Wassers bildete, sondern liegt in der Fähigkeit der Süsswasserlungenschnecken, sich den ihnen nöthigen Sauerstoff aus dem Wasser durch Haut und Lunge zu verschaffen, wodurch sich die Bewohnbarkeit eines Gebietes für sie erweitert. Waren es erwachsene Individuen, welche durch Wanderung, Strömung etc. von den seichteren Ufern eines Sees in die tieferen Stellen geriethen, so mussten sie sich durch ausschliessliche Hautathmung erhalten und erst ihre Nachkommen fügten der Jugendgewohnheit der Süsswasserpulmonaten gemäss noch die Wasserathmung durch Lunge hinzu und boten dann in ihrer Respirationsweise die Erscheinung, welche wir kennen gelernt.

Wir sind am Schlusse unserer Arbeit angelangt. Die Preisaufgabe frägt noch nach der Verbreitung des Adaptirungsvermögens unter den einheimischen Süsswassergastropoden. In diesem Theil der Frage sind wir mit Versuchen ziemlich beschränkt. Bezüglich der Erscheinung in der Tiefe der Seen sind Experimente nicht wohl anstellbar, es lassen sich solche nur über die Fähigkeit der Hautathmung und den Instinkt der Luftblasenaufnahme vornehmen.

Von den Gattungen der Familie der Limnaeidae: Limnaea, Physa, Planorbis und Ancylus standen mir nur die Arten der ersten und

---

[1]) Es mag diese Möglichkeit einer Luftathmung vielleicht neben der ausgebildeten Hautathmung mit ein Grund sein, warum sich die Lunge nicht in eine Kieme rückgebildet hat.

dritten zu Gebote. Ausserdem war die gegebene Zeit mit der Lösung des ersten und wichtigeren Theils der Frage völlig verbraucht worden, so dass ich mich in dem zweiten nebensächlicheren mit der Aufzählung der Species begnügen muss, welche in natura beobachtet oder bei den Versuchen waren verwendet worden.

Es sind: Limnaea auricularia im Boden- und Starnbergersee
„ stagnalis „ Genfer- und Starnbergersee
„ abyssicola „ Genfersee
} In grossen Seetiefen

Limnaea auricularia im Ferchensee,
„ mucronata „ Königsee (Ausfluss),
„ „ „ Aquäduct bei Reit in Winkel,
„ stagnalis „ Aquarium der landw. Ausstellung in in den Ferchensee eingesetzt.
Planorbis carinatus im Königssee (Ausfluss),
„ laevis „ „ „

Als Grundbedingung zu einer Anpassung an das Leben in grossen Seetiefen kann man bei den Limnaeen vor Allem die Fähigkeit ansehen, auf Hautathmung gesetzt auszudauern und in sofern sind vielleicht auch die bei Moquin-Tandon's und Saint-Simon's Versuchen verwendeten Species als befähigt für das Tiefseeleben anzusehen.

Wenigstens Limnaea glabra,
Planorbis rotundatus und
„ contortus. —

Résumé.

1) Unter gewöhnlichen Verhältnissen schwanken die Intervalle, innerhalb welcher die Süsswasserlungenschnecken an der Oberfläche des Wassers ihre Lungenhöhle mit Luft füllen, von einigen Minuten bis zu mehreren Stunden. Sie begeben sich dabei meist kriechend an die

Oberfläche, viel seltener durch Verminderung ihres specifischen Gewichtes, und aus den Umwegen, die sie in Folge dessen häufig einschlagen, resultiren die langen Intervalle.

2) Die Limnaeiden erleichtern sich das Geschäft der Luftathmung dadurch, dass sie auch kleinere Luftmengen (Luftblasen), denen sie unter Wasser begegnen, zur Athmung benutzen, indem sie dieselben in ihre Lungenhöhle aufsaugen.

3) In den seichten Gewässern, in denen sie nach der Beobachtung von Siebold's nicht zur Athmung an die Oberfläche kommen (Ferchensee, Ausfluss des Königsees, Aquäduct bei Reit in Winkel), ist die »Bedingung« davon der grosse Vorrath an überschüssiger Luft in denselben, welche in Form von Blasen Alles überzieht und von den Limnaeen aufgesogen und zur Athmung verwendet wird. Sie nehmen daneben auch noch Wasser in die Lungenhöhle auf, jedoch mit geringer physiologischer Wirkung, da der Wasserwechsel sehr schwach ist. Das Hauptgewicht liegt auf der Luftathmung. Die Wasserathmung erklärt sich daraus, dass die Limnaeiden überhaupt in ihrer frühesten Jugend ihre Lungenhöhle mit Wasser füllen und nun bei diesem Athemmodus (der Luftblasenaufnahme) keine Gelegenheit haben, sich dieses Jugendbrauches zu entwöhnen. Haben sie einmal in Aquarien gesetzt die gewöhnliche Luftathmung der Limnaeiden an der Oberfläche des Wassers wieder angenommen, was sie in ganz kurzer Zeit ($^1/_4$ Stunde) schon thun, so geben sie auch die Wasserathmung bald auf.

4) Der Fall im Aquarium der landwirthschaftlichen Ausstellung zu München, welchen von Siebold unter andern beobachtete, erklärt sich aus 2) Die betreffenden Lungenschnecken nahmen die in dem Aquarium reichlich vorhandenen Luftblasen auf und hatten somit nicht mehr nöthig sich zum Athmen an die Oberfläche zu begeben.

5) Die Schlüsse Moquin-Tandon's aus seinen und Saint-Simon's Experimenten sind unrichtig. Die Limnaeen werden durch Absperren von der Luft nicht veranlasst, ihre Lunge als Kieme zu gebrauchen, sondern halten ihre Athemöffnung geschlossen und der ganze Respirationsprocess geht durch die Haut von Statten, wozu deren anatomische Einrichtung ganz geeignet ist.

Eine Limnaea stagnalis erhielt sich durch ausschliessliche Hautathmung 90 Tage. Es vermögen also die Limnaeen ihren gesammten Sauerstoffbedarf durch Hautathmung zu decken.

6) Aus dieser Fähigkeit erklärt sich wie die Limnaeen, ohne einen eigentlichen Winterschlaf zu halten, oft bei zugefrorenem Wasser von der Luft abgesperrt die kalte Jahreszeit überdauern können; ferner die Möglichkeit in der Luftathmung stunden- und tagelange Pausen zu machen.

7) In den grossen Tiefen des Genfer-, Boden- und Starnbergersees, wo sie nicht mehr zur Athmung an die Oberfläche kommen können, erhalten sie sich durch Hautathmung und Verwendung der Lunge als Kieme. Dabei ist der ersteren die Hauptwirkung zuzuschreiben. Es ist jedoch auch in diesen grossen Tiefen eine Luftathmung gemäss 2 nicht absolut ausgeschlossen.

Die »Bedingung des Adaptirungsvermögens« ist hier keine äussere, sondern liegt allein in der Fähigkeit zur Hautathmung.

Benutzte Literatur.

1678 M. Lister, »Historiae animalium Angliae tres tractatus« 4° Londini.

1685—92 — »Historiae Cochyliorum libri quatuor« fol. Londini.

1694 — »Exercitatio Anatomica in qua de Cochleis maxime terrestribus & Limacibus agitur« Londini.

1695 — »Exercitatio Anatomica altera« Londini.

1737 J. Swammerdamm, »Biblia naturae« Leydae in folio.

1773 O. F. Müller, »Vermium terrestrium et fluviatilium etc. succincta historia« Havniae et Lipsiae.

1803 J. P. R. Draparnaud, »Histoire naturelle des Mollusques terr. et fluv. de la France« Paris.

1803 L. Spallanzani, »Mémoires sur la respiration« traduits en français d'après son manuscrit inédit par Jean Senebier. Genève.

1806 G. Cuvier, »Mémoire sur le Limnée et le Planorbe« Ann. du muséum d'hist. nat. tome VII Paris.

1806 — »Mémoire sur la Limace et le Colimaçon« ebenda.

1807 J. Senebier, »Rapports de l'air avec les êtres organisés« 3 vol. 8° Genève.

1815 S. Stiebel, »Dissertatio inauguralis sistens Limnei stagnalis anatomen« Göttingae.

1815 u. 16 — »Ueber die Entwicklung der Teichhornschnecken (Limneus stagnalis)« Meckel's Archiv B. I p. 423—26 und B. II p. 557—68.

1817—19 W. Edwards, »Ueber die Asphyxie der Batrachier« aus den Ann. d. Chimie et d. Pys. t. V p. 358, 1817; t. VIII p. 225, 1818; t. X p. 5, 1819. in Meckel's Archiv B. III 1817 p. 610, B. IV 1818 p. 434 u. B. V 1819 p. 141.

1823 B. Gaspard, »Beiträge zur Physiologie der Gartenschnecke (Helix pomatia)« aus Magendies Journ. de Physiol. T. II p. 295 in Meckel's Archiv B. VIII. 1823 p. 243.

1824 C. G. Carus, »Von den äusseren Lebensbedingungen der weiss- und kaltblütigen Thiere«. Leipzig 4°.

1821 - 28 C. Pfeiffer, »Naturgeschichte deutscher Land- und Süsswassermollusken« Weimar 4°.

1831 G. R. Treviranus, »Versuche über das Athemholen der niederen Thiere« seine Zeitsch. f. Physiol. B. IV p. 1 im Auszug mitgeth. in Poggendorfs Annalen B. XXIV p. 558, 1832.

1832 — »Ueber die anatomischen Verwandtschaften der Flussnapfschnecke (Ancylus fluviatilis Drap.)« seine Zeitsch. f. Phys. B. IV p. 192.

1834 F. H. Troschel, »De Limnaeaceis seu de Gasteropodis pulmonatis, quae nostris in aquis vivunt« Dissert. Berolini.

1834 A. de Quatrefages, »Mémoire sur l'embryogénie des Planorbes et des Limnées.« Ann. sc. nat. 2e sér. tom. II (Zoologie) p. 107. Paris.

1835 E. A. Rossmässler, »Iconographie der Land- und Süsswassermollusken Europas« Dresden u. Leipzig Heft I.

1835 M. G. Berkeley, »Notice on the Rev. L. Guilding's description of Ancylus« The Zoolog. Journ. vol. V. p. 269 London.

1835 R. T. Lowe, »On the Genera Melampus, Pedipes and Truncatella with Experiments tending to demonstrate the real nature of the Respiratory Organs in these Mollusca« Zool. Journ. vol. V p. 280—305 London.

1835 — »Remarks on the nature of the Respiratory Organs in certain littoral Mollusca of Madera« Zool. Journ. vol. V p. 385 London.

1835 E. Jacquemin. »Recherches anatomiques et physiologiques sur le développement des êtres organisés« I Mémoire contenant l'histoire du développement du Planorbis cornea 4°.

1837 B. C. Dumortier, »Mémoire sur l'embryogénie des Mollusques Gastéropodes« Ann. sc. nat. II sér. tom. VIII p. 129 (Zoologie) Paris.

1838 P. J. van Beneden, »Mémoire sur le Limneus glutinosus« nouv. Mém. d. l'Acad. roy. Bruxelles tom. XI. 4°.

1839 Bouchard-Chanteraux, »Observations sur les moeurs de divers Mollusques terr. et fluv. observés dans le depart. du Pas-de-Calais« Ann. sc. n. tom. XI. II. sér. (Zool.) Paris.

1841 C. Vogt, »Bemerkungen über den Bau des Ancylus fluviatilis« Müllers Archiv 1841 p. 25.

1842 A. B. Reichenbach, »Die Land-, Süsswasser- und See-Conchilien« Leipzig.

1846 A. F. F. Karsch, »Die Entwicklungsgeschichte des Limnaeus stagnalis, ovalis uud palustris« Archiv f. Naturgesch. v. Erichson B. I Jhrg. XII p. 236 Berlin.

1847 C. Th. v. Siebold, »Von dem Wassergefässsystem bei den Cephalophoren« Auszug aus s. vergl. Anat. in Frorieps Notizen 3. Reihe II. B. No. 44 p. 341.

1848 — »Lehrbuch der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere« Berlin.

1850 F. Leydig, »Ueber Paludina vivipara« Zeitschr. f. w. Zoologie B. II.

1851 A. de Saint-Simon, »Observations sur la glande précordiale des Mollusques terr. et fluv.« journ. d. conch. tom. II p. 342.

1820—51 D. de Férussac et G. P. Deshayes, »Histoire naturelle génér. et partic. des Mollusques terr. et fluv.« in fol. Paris.

1852 C. Bergmann und R. Leuckart, »Anatomisch-physiologische Uebersicht des Thierreiches« Stuttgart.

1852 M. Baumert, »Chemische Untersuchung über die Athmung des Schlammpeitzgers (Cobitis fossilis)« Heidelberg.

1852 A. Moquin-Tandon, »Recherches anatomico-physiologiques sur l'Ancyle fluviatile (Ancylus fluviatilis Müll.) »Journ. de conch. tom. III.

1852 — »Observations sur les appendices du manteau chez plusieurs Gasteropodes fluviatiles« Journ. d. conch. tom. III.

1852 A. de Saint-Simon, »Observations sur le coeur des Limnéens« Journ. de conch. tom. III.

1853 A. Bourguignat, »Notice sur le genre Ancylus etc.« joun. d. conch. tom. IV.

1855 A. Moquin-Tandon, »Histoire naturelle des Mollusques terr. et fluv. de France« tom. I et II Paris.

1855 E. v. Martens, »Ueber die Verbeitung der europäischen Land- und Süsswassergasteropoden« Inaug. Diss. Tübingen 8° Separatabdr. aus den württemberg. naturw. Jahresheften XI. Jahrg.

1855 F. Leydig, »Ueber Cyclas cornea Lam.« Müllers Archiv. p. 47.

1855 u. 56 Th. Williams, »On the Mechanism of Aquatic Respiration and on the Structure of the Organs of Breathing in Invertebrate Animals« An. and Mag. of nat. hist. 2 series vol. XVI und XVII.

1856 L. Agassiz, »Ueber das Wassergefässsystem der Mollusken« Zeitschr. f. w. Zool. B. VII p. 176.

1857 C. Semper, »Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten« Zeitschr. f. w. Z. B. VIII p. 340.

1857 R. Bunsen, »Gasometrische Methoden« Braunschweig.

1857 Milne-Edwards, »Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée« tom. I u. II Paris.

1857 L. Pfeiffer, »Ueber die neuesten Systeme der ungedeckelten Lungenschnecken« Malakozool. Blätter B. III p. 7.

1857 F. Leydig, »Lehrbuch der Histologie.«

1858 C. Th. v. Siebold, »Ueber den Kilch des Bodensee (Coregonus acronius),« Zeitschr. f. w. Zool. B. IX. p. 295.

1859 Th. v Hessling, »Die Perlmuschel u. ihre Perlen.« Leipzig.

1862 Lereboullet, »Recherche d'embryologie comparée sur le developpement du Limnée des étangs (Limnaeus stagnalis Lam.)« 3e. mémoire. Ann. sc. nat. 4e. sér. tom. XVIII. p. 87. (Zoologie.)

1864 F. Leydig, »Vom Bau des thierischen Körpers.« Tübingen.

1865 — »Zur Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken.« M. Schultze's Archiv B. I. p. 43.

1852—66 G. H. Bronn, »Classen und Ordnungen der Weichthiere.« B. III. Leipzig und Heidelberg.

1866 P. Stepanof, »Ueber Geschlechtsorgane und Entwicklung von Ancylus fluviatilis.« St. Petersburg. Mémoires de l'Acad. impér. d. sc. de St. Petersbourg VIIe. sér. tom. X. No. 8.

1869 F. A. Forel, »Introduction à l'étude de la faune profonde du lac Léman« Bulletin d. l. soc. vaud. d. sc. n. Lausanne tom. X. nr. 62. p. 217.

1870 W. Kobelt, »Zur Kenntniss unserer Limnaeen aus der Gruppe Gulnaria Leach (Radix Montf.)« Malakoz. Blätter B. XVII. p. 145.

1871 — »Zur Kenntniss der europäischen Limnaeen« Malakoz. Bl. B. XVIII p. 108.

1872 S. Clessin, »Die Molluskenfauna des Starnbergersees« Malakoz. Bl. B. XIX. p. 109.

1874 C. Semper, «Ueber die Wachsthumsbedingungen des Lymnaeus stagnalis« Verhandl. d. Würzb. phys. med. Gesellschaft N. F. IV. B.

1874 E. Ray-Lancaster, »Observations on the Development of the Pond-snail (Lymnaeus stagnalis) etc.« Quarterly Journ. of. micr. sc. New. Ser. Nr. LVI. p. 365.

1874 F. A. Forel, »Materiaux pour servir á l'étude de la faune profonde du Lac Léman« Lausanne. extrait. du Bull. d. l. soc. vaud. des sc. n. tom. XIII. nr. 72.

1875 C. Th. v. Siebold, »Ueber das Anpassungsvermögen der mit Lungen athmenden Süsswassermollusken« Sitzungsber.

d. math.-phys. Classe d. K. b. Acad. d. W. z. München v. 6. Febr. 1875 Heft I. p. 39.

1875 C. Rabl, »Die Ontogenie der Süsswasser-Pulmonaten« Jenaische Zeitschr. f. Naturw. B. IX n. folge II. B. p. 193.

1875 H. v. Jhering, »Ueber die Ontogenie von Cyclas etc.« Zeitschr. f. w. Z. B. XXVI p. 414.

1875 H. Simroth, »Ueber die Sinneswerkzeuge unserer einheimischen Weichthiere« Zeitschr. f. w. Z. B. XXVI p. 227.

1876 C. Claus, »Grundzüge der Zoologie« 3. Aufl. Leipzig und Marburg.